RÉSUMÉ DE THÈSE

Effets de la pression sur la respiration cellulaire chez le poisson, par Michaël THERON, Unité Haute pression et Métabolisme, Laboratoire de Physiologie, EA 2217, Faculté de Médecine, BP 815, 29285 Brest Cedex, FRANCE. [michael.theron@univ-brest.fr]

Thèse de Doctorat en Biologie, Médecine et Santé, Université de Bretagne Occidentale, 2000, 119 p., 29 figs, 11 tabs, 100 réfs.

L'anguille de livrée jaune (*Anguilla anguilla*), est utilisée comme modèle pour étudier les effets de la pression hydrostatique (PH) *per se*. Depuis environ 15 ans, les expérimentations réalisées ont pour but d'étudier les effets de PH sur le métabolisme énergétique. Il a ainsi pu être montré qu'une pression de 101 ATA (ATA : Atmosphère Absolue) altère de façon importante le métabolisme aérobie par son action de rigidification des membranes (diminution de consommation d'oxygène – MO2 – des animaux ; diminution du contenu en nucléotides énergétiques ; modification des activités de certaines enzymes). Cependant, l'anguille peut être acclimatée à la pression. Cette acclimatation est réalisée, d'une part, grâce à un métabolisme anaérobie performant permettant de compenser les effets délétères de PH sur la voie aérobie et, d'autre part, par une refluidification des membranes par adaptation homéovisqueuse. Cependant, lors de son cycle vital, l'anguille est amenée à migrer vers la mer des Sargasses : les modifications observées pourraient ainsi être la traduction de mécanismes de préadaptation à la pression. C'est pour cette raison que le travail présenté pose deux questions : 1/ Quels sont les mécanismes cellulaires d'acclimatation de l'anguille à PH ? 2/ L'anguille possède-t-elle, en raison de son écophysiologie particulière, des caractéristiques qui la différencient des autres poissons de surface ?

Pour répondre à ces questions, différentes techniques d'études de la mitochondrie des cellules musculaires ont été utilisées, nécessitant souvent les mises au point techniques liées à la spécificité des études en hautes pressions.

Les principaux résultats obtenus montrent :

1/ chez l'anguille, une augmentation significative du rendement de la phosphorylation oxydative de 14 % après 21 jours à 101 ATA PH (rapports ADP/O mesurés à 1 ATA).

2/ que lors d'une exposition de courte durée à 101 ATA HP, le fonctionnement des mitochondries de truites est très fortement altéré (diminution de MO2, rapports ADP/O non mesurables), alors que chez l'anguille, la pression n'a qu'un effet très modéré (faible diminution du coefficient de contrôle respiratoire), et n'affecte pas les rapports ADP/O induisant même une augmentation de MO2 quand l'ascorbate est utilisé comme substrat.

Les résultats des mesures de MO2 et des rapports ADP/O avec différents substrats, de l'activité des différents complexes enzymatiques de la chaîne respiratoire ainsi qu'une comparaison des effets de la température avec ceux de la pression, permettent de mieux comprendre les mécanismes mis en jeu lors d'une exposition puis d'une acclimatation à la pression.

Il apparaît que le processus d'acclimatation à PH engendre des modifications qui permettent un fonctionnement optimal de la mitochondrie. Cette optimisation est réalisée par le biais d'une amélioration du rendement de la phosphorylation oxydative, ce qui correspond à une épargne de substrat puisque la mitochondrie produit autant d'énergie avec une moindre consommation d'oxygène.

L'hypothèse proposée est que dans les conditions de vie à la pression atmosphérique, les mitochondries fonctionnent de façon non optimale en maintenant une fuite d'électrons importante. Ce type de fonctionnement a un coût énergétique élevé qui peut être assuré puisque l'animal se nourrit. La fuite importante d'électrons serait maintenue par une activité importante des trois premiers complexes de la chaîne respiratoire assurant un flux d'électrons supérieur à ce que peut accepter la COX (cytochrome c oxydase). L'effet membranaire de la compression aurait pour conséquence une diminution d'activité des premiers complexes assurant un flux optimal d'électrons au niveau de la COX. Autrement dit, les effets de la pression, délétères chez la truite, ne seraient chez l'anguille qu'une remise à niveau du fonctionnement de la mitochondrie lui évitant la mise en place de processus régulateurs coûteux en énergie à une période (la migration) où elle a cessé de s'alimenter. Le processus d'acclimatation consisterait à améliorer au maximum le fonctionnement de la COX (probablement par le biais de la restauration de la fluidité membranaire) en ajustant le flux d'électrons de la première partie de la chaîne respiratoire aux possibilités d'absorption de la seconde, limitant ainsi la fuite électronique et permettant une augmentation du rendement de la phosphorylation oxydative. Il apparaît donc que les mitochondries de l'anguille ont un fonctionnement spécifique, énergétiquement coûteux à pression atmosphérique mais optimal en condition de haute pression.

Summary. - Pression effects on cellular respiration in fish.

Since the 70's, the yellow freshwater eel (*Anguilla anguilla L.*) is used as a model to study the effects of *per se* hydrostatic pressure (HP). Concerning energy metabolism, it had been shown that HP induces an alteration of aerobic energy production. Nevertheless, the freshwater eel is able to acclimatise to high pressure. These observations raise two questions: 1/ What are the cellular mechanisms allowing pressure adaptation, 2/ Are these mechanisms specific to the eel.

To answer these questions, different techniques (mitochondrial and permeabilised fibre respiration, enzyme activities) have been adapted to HP and used to study red muscle mitochondrial activity.

The main results show that:

1/ After 21 days of acclimatisation to 10.1 MPa HP, eel mitochondrial yields (ADP/O ratio) are significantly increased by 14%.

2/ A short term exposure (30 min) of mitochondrial preparation or permeabilised cells to 10.1 MPa HP induces a strong alteration of trout aerobic metabolism (maximal oxygen consumption rates are decreased, ADP/O ratios are not any more measurable). In contrast, the pressure exposure does not induce any significant alteration of the activity of eel mitochondria.

The hypothesis is raised that, at atmospheric pressure, eel mitochondria have a relatively high electron leak. The exposure to *per se* hydrostatic pressure induces a relative change in the activity of the respiratory chain complexes leading to a reduction of the electron leak. The effects of pressure seem to be used by the eel to optimise the mitochondrial function.

Key words. - *Anguilla anguilla* - Hydrostatic pressure - Temperature - Mitochondrial respiration - Energetic metabolism - Enzyme activity - Respiratory chain - Oxydative phosphorylation.